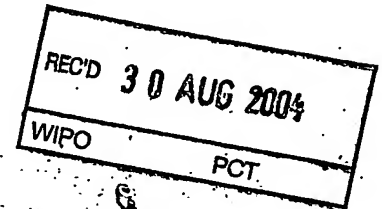


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 21 606.5

Anmeldetag: 13. Mai 2003

Anmelder/Inhaber: Schenck RoTec GmbH, Darmstadt/DE

Bezeichnung: Verfahren und Lagerung zum Auswuchten
von zapfenlosen Rotoren

IPC: G 01 M 1/04

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag



Verfahren und Lagerung zum Auswuchten von zapfenlosen Rotoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswuchten von zapfenlosen Rotoren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Lagerung mit einem Lagerdom zum Lagern eines zapfenlosen, eine Bohrung aufweisenden Rotors in einer Auswuchteinrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Einen Rotor mit Zapfen kann man in Bezug auf seine Lagerstellen, die an den Zapfen angeordnet sind, genau auswuchten. Auszuwuchtenden Rotoren ohne eigene Lagerstellen, die beim Auswuchten auf eine Hilfswelle aufgespannt werden, bereiten Probleme in Hinblick auf die erzielbare Auswuchtgüte.

Aus der EP 0104266 A1 ist ein Verfahren bekannt, mit dem zapfenlose Rotoren ohne Hilfswelle mit hoher Auswuchtgüte ausgewuchtet werden können. Dazu wird der Rotor auf einen Lagerdom einer Auswuchtmaschine aufgebracht und Lagerungsfluid zwischen einander gegenüberliegende Rotor- und Domlagerflächen gebracht. Fehler, hervorgerufen durch Oberflächenungenauigkeiten, treten nicht mehr in Erscheinung, da Formabweichungen der Rotorbohrung oder des Lagerdoms integriert werden und eine stabile Drehachse des Rotors gegeben ist. In Achsrichtung ist der Rotor mit einer Ringfläche an einer ringförmigen Abstützfläche des Lagerdoms abgestützt. Dies kann beispielsweise bei Planschlagfehlern zu weniger genauen Meßergebnissen führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Lagerung zum Auswuchten von zapfenlosen Rotoren zu schaffen, mit denen die Unwucht von zapfenlosen Rotoren mit hoher Genauigkeit ermittelt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 7 gelöst.

Die Erfindung nutzt erstmals gezielt den Überdruck aus, der sich beim Auswuchten von zapfenlosen Rotoren ohne durchgehende Lagerbohrung in der Lagerbohrung über dem Lagerdomende durch z. B. das aus dem Lagerspalt austretende Fluid aufbaut. Bisher

hat man den Aufbau eines Überdrucks durch Entlastungsbohrungen unterbunden. Erfindungsgemäß wird der Überdruck gezielt dazu genutzt, das Rotorgewicht zu tragen. Der Rotor rotiert auf dem Lagerdom in einer bezüglich der Achsrichtung vorbestimmten unveränderlichen Lage.

- 5 Eine aufwendige separate Lagerung des Rotors in Achsrichtung entfällt. Damit ist auch sichergestellt, daß der Rotor frei von einem flächigen Kontakt an einem Axiallager rotiert. Der Rotor läuft ruhiger, was die Auswuchtgüte verbessert.

- 10 In vorteilhafter Weise können nach der Lehre der Erfindung alle Rotoren ohne eigene Lagerzapfen, die Sacklochbohrungen oder durchgehende Bohrungen aufweisen wie beispielsweise Verdichterräder, Schwungräder etc. ausgewuchtet werden; durchgehende Rotorbohrungen werden dabei zum Auswuchtvorgang mit einem Verschlußstopfen verschlossen, so daß sich nach dem Aufsetzen des Rotors auf den Lagerdom ein Fluidpolster aufbauen kann.

- 15 Zur Abstützung des Rotors in radialer Richtung kann ein anderes Fluid als zur Abstützung in Achsrichtung eingesetzt werden. Zum Beispiel kann für die radiale Abstützung Flüssigkeit als Fluid verwendet werden und für die axiale Abstützung ein gasförmiges Medium, vorzugsweise Luft. Besonders einfach in Hinblick auf den Aufbau
20 der Unwuchtmesseinrichtung ist die Verwendung nur eines Fluids für beide Lagerbereiche. Besonders vorteilhaft erfolgt die Fluidzufuhr und Fluidabfuhr durch im Inneren des Lagerdoms verlaufende Leitungen. Verwendet man Flüssigkeit als Fluid, erreicht man so einen nahezu vollständig gekapselten Flüssigkeitskreislauf.

- 25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Lagerung mit einem Lagerdom für einen eine Sacklochbohrung aufweisenden Rotor in einer Auswuchteinrichtung in schematischer Darstellung

30 Fig. 1a eine Einzelheit der Lagerung nach Fig. 1

Fig. 2 den Lagerdom in einer Schnittdarstellung längs der Linie II - II in Fig. 1a

Fig. 3 eine Schnittdarstellung des Lagerdoms längs der Linie III-III in Fig. 1a

Die in Fig. 1 dargestellte Lagerung 1 für einen zu untersuchenden Rotor 2, der in Fig. 1
 5 in strichpunktierten Linien dargestellt ist, ist an einer Schwingbrücke 3 einer
 Auswuchteinrichtung befestigt. Die Lagerung 1 weist einen Lagerdom 5 auf, auf den der
 zu untersuchende bzw. auszuwuchtende Rotor 2 rotierbar aufgebracht wird. Die
 Schwingbrücke 3 ist in üblicher Weise über z.B. vier Stützfedern 4, von denen hier nur
 10 zwei dargestellt sind, schwingfähig gegen den Rahmen der Auswuchteinrichtung
 abgestützt. Der Rotor 2 wird von einem Antrieb, der hier nicht näher dargestellt ist, in
 Rotation versetzt. Unwuchtinduzierte Schwingungen des Lagerdoms bzw. der
 Schwingbrücke 3 werden gemessen und zur Bestimmung der am Rotor 2
 auszugleichende Unwucht herangezogen.

15 Der Rotor 2 weist eine nicht durchgehende zentrale Rotorbohrung 6, also eine
 Sacklochbohrung auf, mittels der die Lagerung auf dem vertikal angeordneten
 Lagerdom 5 erfolgt. Der Schwerpunkt S des Rotors 2 liegt in Achsrichtung außerhalb
 der Erstreckung der Sacklochbohrung, also außerhalb des Lagerbereichs. Die
 Sacklochbohrung ist gestuft und weist zwei Abschnitte unterschiedlichen Durchmessers
 20 auf. Der von der unteren Rotorstirnseite ausgehende Abschnitt ist ebenso wie der am
 Ende der Sacklochbohrung liegende Abschnitt zur hydrostatischen Abstützung des
 Rotors 2 mittels Lagerungsfluid in einem ersten Bereich in radialer Richtung auf dem
 Lagerdom 5 vorgesehen. Die Abstützung des Rotors 2 mittels Lagerungsfluid in einem
 zweiten Bereich in axialer Richtung erfolgt über ein Fluidpolster in einer Fluidkammer
 25 40, die zwischen der Stirnfläche des Lagerdoms 5 und dem Ende der Sacklochbohrung
 ausgebildet ist.

Als Lagerungsfluid wird im ersten und zweiten Lagerbereich in diesem
 Ausführungsbeispiel Öl oder eine ölhaltige Flüssigkeit oder ein anderes zur
 30 Flüssigkeitsschmierung geeignetes Fluid verwendet.

Der Lagerdom 5 weist an seiner Oberfläche erste Öffnungen 10 (Fig. 2, Fig. 3) zum
 Durchtritt von Lagerungsfluid auf, die mit einer Fluid-Zuführleitung 11 im

4

Lagerdominneren verbunden sind, sowie zweite Öffnungen 20 zum Durchtritt von Lagerungsfluid, die mit Fluid-Abführleitungen 21 im Lagerdominneren verbunden sind. Weiterhin weist der Lagerdom 5 eine dritte Öffnung an seiner oberen Stirnseite auf, die mit der Fluid-Zuführleitung 11 in Verbindung steht.

Die ersten Öffnungen 10 liegen in zwei axial beabstandeten Lagerebenen 7, 8 im ersten Bereich, die den beiden Abschnitten der Sacklochbohrung des Rotors 2 zugeordnet sind und in denen der Rotor 2 in radialer Richtung hydrostatisch abgestützt wird. Der Lagerdom 5 weist am unteren Ende einen Bund 9 auf, mit dem er auf der Schwingbrücke 3 befestigt ist.

Die Fluidzufuhr für jede der beiden Lagerebenen 7, 8 des ersten Bereichs erfolgt über einen zentral verlaufenden Zuführ-Leitungsabschnitt 11', der mit radial verlaufenden und in den vier ersten Öffnungen 10 pro Lagerebene 7, 8 endenden Zuführ-Leitungsabschnitten 11'' verbunden ist. Der zentral verlaufende Zuführ-Leitungsabschnitt 11' ist mit einer Fluidzufuhr verbunden, die vorzugsweise durch die Schwingbrücke 3 verläuft, die aber auch im Bund 9 des Lagerdoms 5 vorgesehen werden kann.

Die Fluid-Zuführleitung 11 weist Drosselstrecken für die Zuführung des Fluids zu den Lagerebenen 7, 8 auf, die einen kleinen Querschnitt zwecks Drosselwirkung auf das Fluid aufweisen, wobei sich die Drosselwirkung auf einfache Weise neben dem gewählten Querschnitt noch über die Länge der Drosselstrecke einstellen läßt. Hierzu kann z.B. der zentral in der Lagerdomachse verlaufende Zuführ-Leitungsabschnitt 11' mit einem Drosselabschnitt versehen sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß lediglich die den Öffnungen 10 zugeordneten radial verlaufenden Leitungsabschnitte 11'' eine Drosselwirkung aufweisen.

Zur Fluidabfuhr sind vier äquidistant auf einem Teilkreis verteilte, parallel zur Dornachse verlaufende nicht durchgehende Bohrungen 21 vorgesehen, die in mehreren Querschnittsebenen mit jeweils einer Öffnung 20 am Lagerdomumfang über Radialbohrungen 21'' bzw. Fluidkanäle 21''' in Verbindung stehen. Die jeweils einer Bohrung 21 zugeordneten Öffnungen 20 liegen z. B. hintereinander auf einer parallel

zur Lagerdomachse verlaufenden Mantellinie. In einer Querschnittsebene zwischen den Lagerebenen 7, 8 befinden sich mehrere, in diesem Fall vier Öffnungen 20 zur Fluidabfuhr, von denen jeweils eine über eine Radialbohrung 21 mit der nächstliegenden Bohrung 21 in Verbindung steht. Am Ansatz des Bundes 9 am Lagerdom 5 befinden sich in einer ringförmigen Vertiefung 50 weitere vier Öffnungen 20 zur Fluidabfuhr, von denen jeweils eine über radial und schräg verlaufende Fluidkanäle 21 mit der nächstliegenden Bohrung 21 in Verbindung steht. Die vier Bohrungen 21 enden in einer an der unteren Stirnfläche des Lagerdoms 5 angeordneten Ringkammer 16. Die Ringkammer 16 ist mit einer Fluidabsaugung verbunden. Die Ringkammer 16 ist wie dargestellt vorzugsweise in der Schwingbrücke 3 angeordnet, kann aber auch im Bund 9 des Lagerdoms 5 vorgesehen werden.

Zur Abstützung des Rotors 2 in Achsrichtung in dem zweiten Bereich über ein Fluidpolster in der Fluidkammer 40 erfolgt die Fluidzufuhr in die Fluidkammer 40 über einen Zuströmkanal, der den Ringspalt 42 zwischen Lagerdomaußenumfang und zugeordneter Bohrungswandung umfaßt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt der Zuströmkanal ferner eine Bohrung 43 kleinen Querschnitts, die von der zentralen Fluid-Zuführleitung 11 ausgeht und in der Stirnfläche des Lagerdoms 5 mündet.

Die Fluidkammer 40 ist über einen Abströmkanal, der im dargestellten Ausführungsbeispiel durch eine Längsnut 41 am Außenumfang des Lagerdoms 5 gebildet ist, mit der zweiten Öffnung 20 im Lagerdom 5 verbunden. Der Abströmkanal mündet in einen Ringraum 44, der einerseits durch einen Übergangsabschnitt zwischen einem ersten oberen und einem zweiten unteren Abschnitt der Sacklochbohrung und andererseits durch einen Übergangsabschnitt zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des Lagerdoms 5 gebildet ist. Im Ringraum 44 endet die Fluid-Abführleitung 21 mit der Öffnung 20.

Die ringförmige Kante zwischen dem Übergangsabschnitt der Sacklochbohrung und dem oberen Abschnitt der Sacklochbohrung bildet eine Steuerkante 45, die bei Verschiebung des Rotors 2 auf dem Lagerdom 5 den Querschnitt der Abströmöffnung der Längsnut 41 in den Ringraum 44 verändert. Erhöht sich der Fluidruck in der Druckkammer 40 über einen Grenzdruck, öffnet die Steuerkante 45 durch

Axialverschiebungen des Rotors 2 die Abströmöffnung und regelt auf diesen Grenzdruck ein. Der Grenzdruck ist der Druck, bei dem der Rotor 2 auf dem Lagerdom 5 eine in Achsrichtung unveränderliche Lage einnimmt. Beim Auswuchten von Rotoren gleicher Bauform aber unterschiedlichen Materials, z.B. aus einer Stahl- oder einer Titanlegierung, ist der Grenzdruck aufgrund des unterschiedlichen Rotorgewichts unterschiedlich, während die in Achsrichtung unveränderliche Lage des Rotors auf dem Lagerdom bei beiden Rotormaterialien nahezu gleich ist.

Die Zuführ-Öffnungen 10 in den Lagerbereichen können in Zahl und Anordnung von den beschriebenen Ausführungen abweichen wobei eine Mindestzahl von drei erforderlich ist. Die Drosselwirkung wird in Abhängigkeit von Rotorform und Rotorgewicht sowie vom verwendeten Fluid festgelegt.

Die Zahl und Anordnung der Abführ-Öffnungen 20 ist beispielhaft. Sie richtet sich nach dem verwendeten Fluid und der Ausgestaltung des Rotors und der Lagerung.

Anstelle der Längsnut 41 kann in nicht dargestellter Weise eine von der Stirnfläche des Lagerdoms 5 ausgehende und am Außenumfang des Lagerdoms 5 mündende Abströmbohrung vorgesehen sein, deren Abströmöffnung in der zuvor beschriebenen Weise von der Steuerkante 45 regelbar ist.

Bei der Lagerung des Rotors 2 im zweiten Bereich, also der Abstützung in Achsrichtung über ein Fluidpolster, kann es sich als vorteilhaft erweisen, statt einer Flüssigkeit ein gasförmiges Medium, vorzugsweise Luft als Fluid zu verwenden. Die Abstützung in radialer Richtung über eine Flüssigkeit ist relativ steif, während die Abstützung in axialer Richtung über ein Luftpolster nachgiebiger ist.

Die Orientierung der Lagerdomachse, z.B. vertikal oder eine zur Horizontalen geneigte Orientierung, kann unter Berücksichtigung der Ausgestaltung der Auswuchteinrichtung und der Zuführweise der Rotoren, z.B. mit automatisierter Ein- und Auslagerung, festgelegt werden.

Die auf der Schwingbrücke angeordnete Lagerung ermöglicht alle Meßverfahren zur Bestimmung der Unwucht nach Lage und Größe. Die Abstützung der Schwingbrücke kann für unterkritischen oder überkritischen Betrieb ausgebildet sein.

5 Die Erfindung ist nicht eingeschränkt auf die Untersuchung von Rotoren mit Sacklochbohrungen. Es können alle Rotoren ohne eigene Lagerzapfen, die Sacklochbohrungen oder durchgehende Bohrungen aufweisen, wie beispielsweise Verdichterräder, Schwungräder etc. ausgewuchtet werden. Durchgehende Bohrungen werden zum Auswuchtvorgang mit einem Verschußstopfen verschlossen, so daß sich
10 nach dem Aufsetzen des Rotors auf den Lagerdom eine abgeschlossene Fluidkammer bilden kann.

Die Ausgestaltung des Lagerdoms richtet sich im einzelnen nach dem auszuwuchtenden Rotor, insbesondere nach der Form der Sacklochbohrung oder der
15 durchgehenden Bohrung des Rotors.

Patentansprüche

- 1) Verfahren zum Auswuchten von zapfenlosen Rotoren, bei dem der eine Bohrung (6) aufweisende Rotor (2) auf einem Lagerdom (5) einer Auswuchteinrichtung angeordnet und Fluid zwischen einander gegenüberliegende Rotor- und Lagerdomflächen gebracht wird und der Rotor (2) in Drehung versetzt wird, wobei unwuchtinduzierte Schwingungen des Lagerdoms (5) zur Bestimmung der Unwucht herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) in einem ersten Lagerbereich in Radialrichtung mittels einer Flüssigkeit abgestützt wird und daß bei der Lagerung eines eine Sacklochbohrung aufweisenden Rotors (2) dieser in einem zweiten Lagerbereich durch Fluidversorgung einer zwischen dem Ende der Sacklochbohrung und dem Lagerdomende angeordneten Fluidkammer (40) in einer vorgebbaren axialen Lage auf dem Lagerdom (5) abgestützt wird.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbare axiale Lage des Rotors (2) auf dem Lagerdom (5) durch Änderung des Volumens der Fluidkammer (40) eingestellt wird.
- 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen der Fluidkammer (40) durch Druckaufbau in der Fluidkammer (40) geändert wird.
- 4) Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mit zur Horizontalebene geneigter Achse gelagerten Rotor (2) die axiale Lage des Rotors (2) auf dem Lagerdom (5) durch den sich in der Fluidkammer (40) einstellenden Druck aufgrund der Gewichtskomponente des Rotors (2) und des Drucks der Fluidversorgung bestimmt wird, wobei der Druck in der Fluidkammer (40) auf einen vorgebbaren Wert begrenzt wird.
- 5) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Abströmkanal zwischen zugeordneten Rotor- und Lagerdomflächen vorgesehen wird, dessen Strömungsquerschnitt zur Druckbegrenzung verändert wird.

6) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützung im ersten und zweiten Lagerbereich mittels einer Flüssigkeit, vorzugsweise einer Öl- oder ölhaltigen Flüssigkeit als Fluid vorgenommen wird.

5 7) Lagerung mit einem Lagerdom (6) zum Lagern eines zapfenlosen, eine Bohrung aufweisenden Rotors (2) in einer Auswuchteinrichtung in zumindest einem ersten und einem zweiten Lagerbereich, wobei der Lagerdom (5) Öffnungen für den Durchtritt von Fluid aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß im Lagerdom erste
10 Öffnungen (10) zur Fluidzufuhr und zumindest eine zweite Öffnung (20) zur Fluidabfuhr vorgesehen sind, daß die Lagerung bei der Lagerung eines eine Sacklochbohrung aufweisenden Rotors (2) eine zwischen dem Ende der Sacklochbohrung und dem Lagerdomende ausgebildete Fluidkammer (40) aufweist, die zumindest einen Zu- und einen Abströmkanal aufweist und daß der Lagerdom (5) zumindest den Abströmkanal aufweist.

15 8) Lagerung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Öffnungen (10) an Lagerdomumfangsflächen im ersten Lagerbereich liegen.

20 9) Lagerung nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Öffnungen (10) in zwei axial beabstandeten Lagerebenen (7, 8) des Lagerdoms (5) liegen.

25 10) Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Öffnung (20) den Lagerebenen (7, 8) benachbart und/oder zwischen diesen angeordnet ist.

30 11) Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuströmkanal durch den Ringspalt (42) zwischen Lagerdomaußenumfang und Bohrungswandung und/oder eine in der Stirnfläche des Lagerdoms (5) endende Bohrung (43) gebildet ist.

12) Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abströmkanal mit der zweiten Öffnung (20) verbindbar ist und durch

zumindest eine von der Stirnfläche des Lagerdoms (5) ausgehende aussenliegende Längsnut (41) des Lagerdoms (5) und/oder Abströmbohrung gebildet ist.

13) Lagerung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abströmöffnung der die Fluidkammer (40) mit der zweiten Öffnung (20) im Lagerdom (5) verbindenden Längsnut (41) und/oder Abströmbohrung von der Wandung der Rotorbohrung (6) überdeckbar ist.

14) Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Sacklochbohrung ein Ringraum (44) zwischen Rotor (2) und Lagerdom (5) ausgebildet ist, der mit dem Abströmkanal und der zweiten Öffnung (20) in Verbindung steht.

15) Lagerung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (44) einerseits durch einen Übergangsabschnitt zwischen einem ersten und einem zweiten Abschnitt der Sacklochbohrung und andererseits durch einen Übergangsabschnitt zwischen einem ersten und einem zweiten Abschnitt des Lagerdoms (5) gebildet ist.

16) Lagerung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerkante (45) zwischen dem Übergangsabschnitt und dem Abschnitt der Sacklochbohrung, in dem die Fluidkammer (40) liegt, ausgebildet ist.

Verfahren und Lagerung zum Auswuchten von zapfenlosen Rotoren

Zusammenfassung:

- 3 Um bei einer Lagerung mit einem Lagerdom (5) zum Lagern eines zapfenlosen, eine Bohrung (6) aufweisenden Rotors (2) in einer Auswuchteinrichtung, bei der der Lagerdom (5) Öffnungen (10, 20) für den Durchtritt von Fluid aufweist, die Unwucht von Rotoren (2) mit Sacklochbohrungen mit hoher Genauigkeit ermitteln zu können, ist eine Fluidversorgung einer zwischen dem Ende der Sacklochbohrung und dem
- 10 Lagerdomende angeordneten Fluidkammer (40) zur Ausbildung eines Fluidpolsters vorgesehen, mit dem der Rotor in Achsrichtung abgestützt wird.

Fig. 1

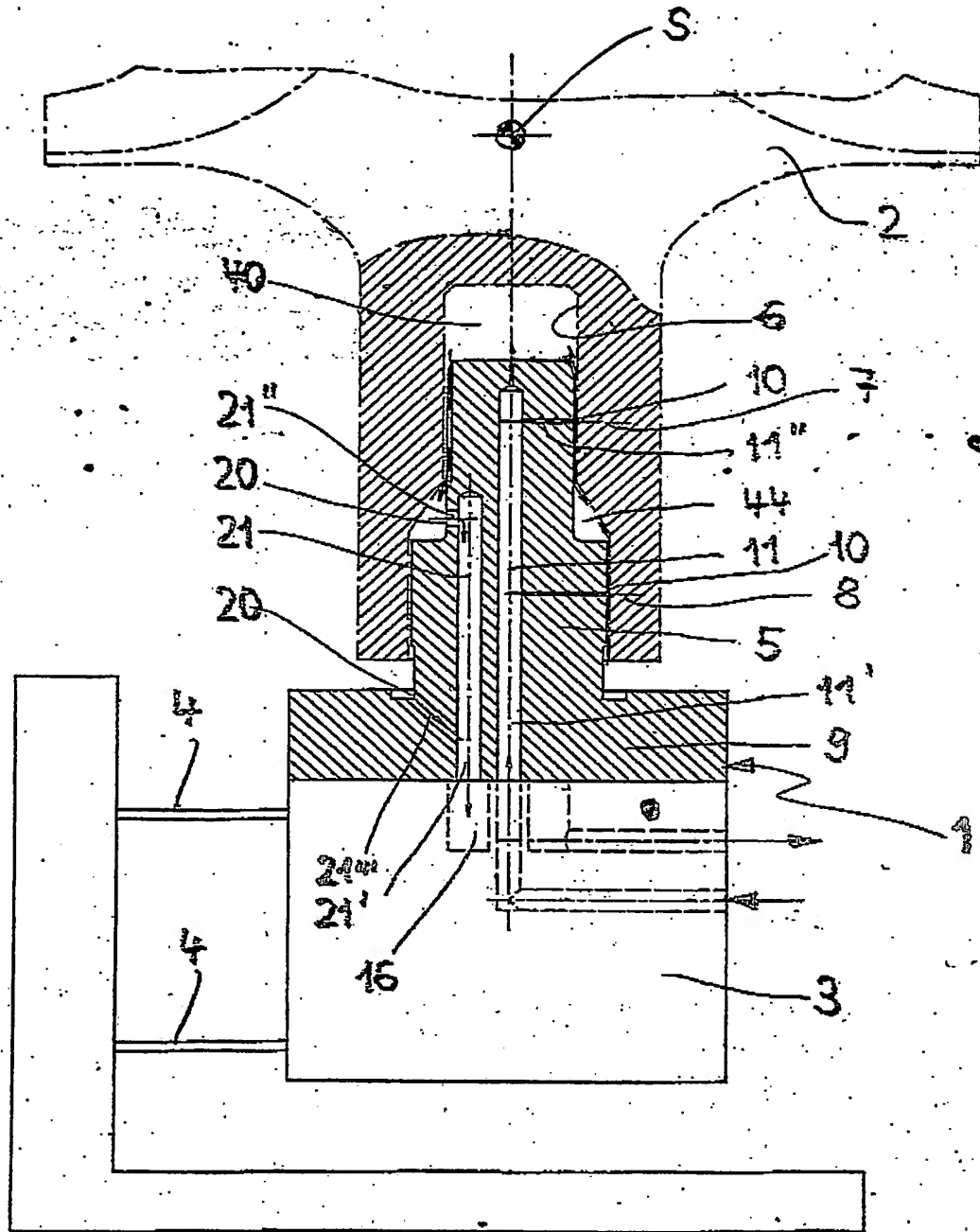


Fig. 1

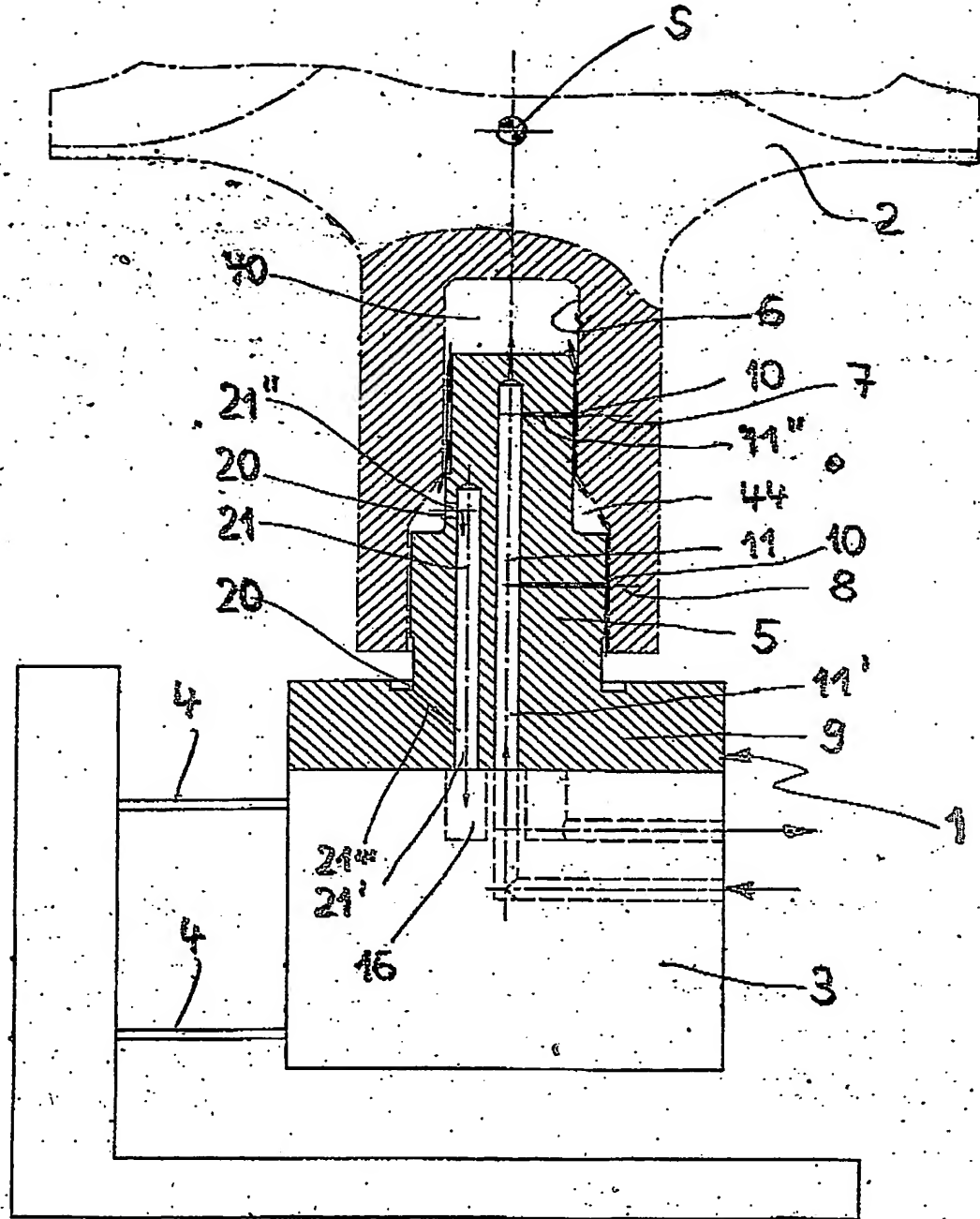
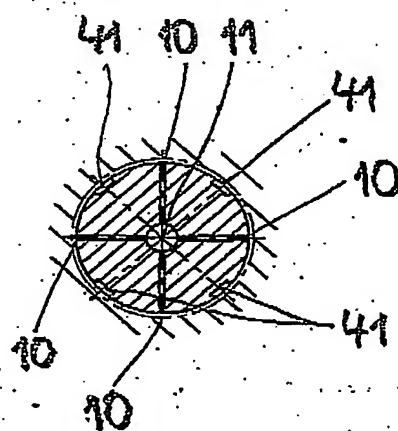
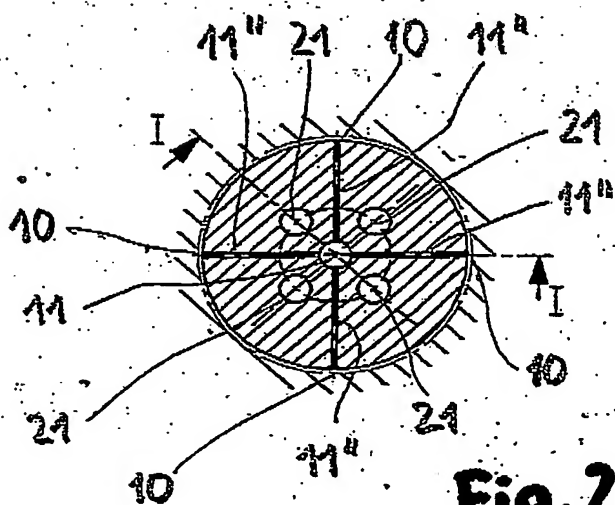
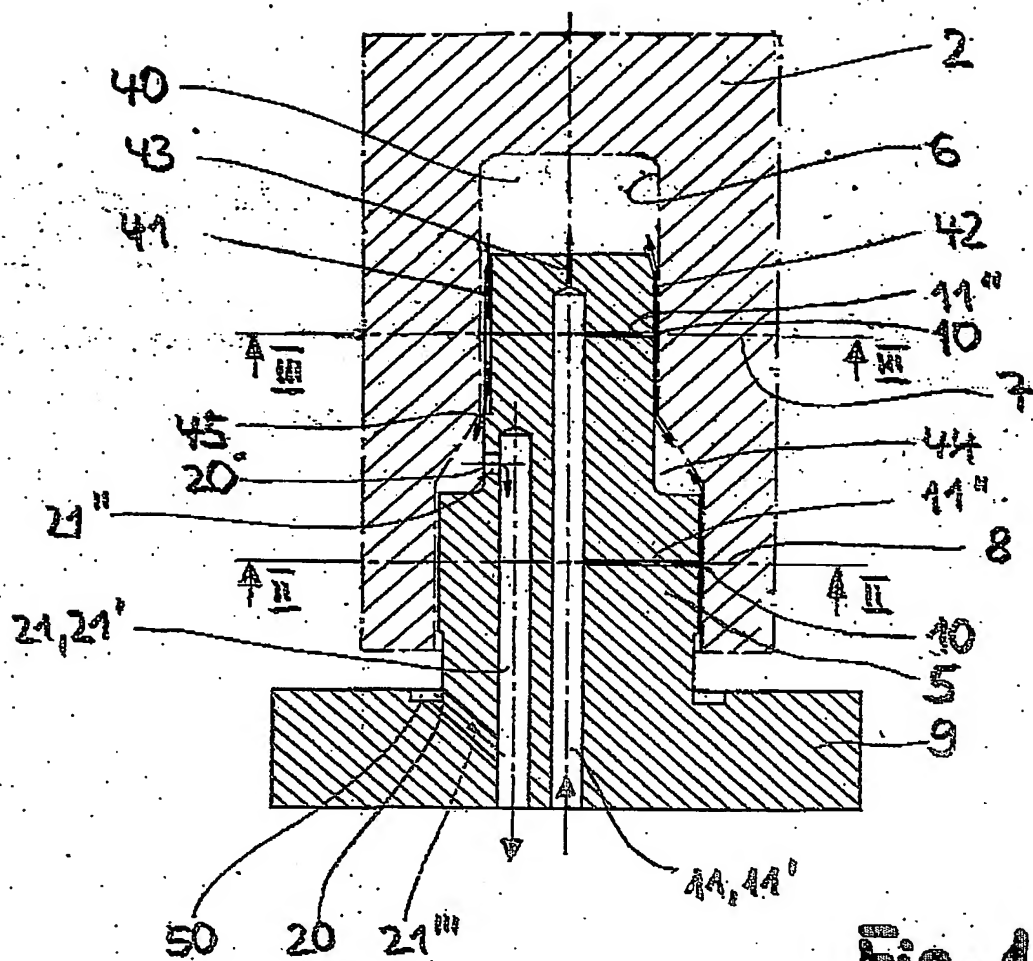


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.